

Наиболее высокие абсолютные содержания рассматриваемых элементов обнаруживаются в почвах Центрального и Калининского округов. Данный факт объясняется, с одной стороны, концентрацией промышленности, высокой плотностью населения, с другой, физико-географическими особенностями города. Значительную площадь в пределах Центрального и Ленинского округов занимают кислые ландшафты поймы и старинных озер Туры и боровые ландшафты вторых и третьих надпойменных террас. В таких условиях (легкий гранулометрический состав и нейтральные и слабокислые значения pH) тяжелые металлы достаточно подвижны, что препятствует их аккумуляции в почвах.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-35-50055 мол\_нр.*

#### Литература

1. Cannon W.F. Soil geochemical signature of urbanization and industrialization - Chicago, Illinois, USA / W.F. Cannon, J.D. Horton // *Applied Geochemistry*. - 2009. - Vol. 24. - № 8. - P. 1590-1601.
2. Geochemical legacies and the future health of cities: A tale of two neurotoxins in urban soils / G.M. Filippelli, M. Risch, M.A.S. Laidlaw, D.E. Nichols, J. Crewe // *Elementa: Science of the Anthropocene*. - 2015. - Vol. 3. - № 1. - P. 59.
3. Developing the scientific framework for urban geochemistry / L.G. Chambers, Y.-P. Chin, G.M. Filippelli, C.B. Gardner, E.M. Herndon, D.T. Long, W.B. Lyons, G.L. Macpherson, S.P. McElmurry, C.E. McLean, J. Moore, R.P. Moyer, K. Neumann, C.A. Nezat, K. Soderberg, N. Teutsch, E. Widom // *Applied Geochemistry*. - 2016. - Vol. 67. - P. 1-20.
4. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: Автореферат дис. ... канд. геол.-мин. - Томск, 2009. - 22 с.
5. Жорняк Л.В. Редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы в почвенном покрове урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / Л.В. Жорняк, Е.Г. Язиков // *Известия ВУЗов. Геология и разведка*. - 2008. - № 4. - С. 82-84.
6. Мельников А.Л. Экология почв территории города Омска / А.Л. Мельников, Я.Р. Рейнгард. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. - 144 с.
7. Трошина Е. Н. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. - Омск, 2009. - 18 с.
8. Бабошкина С.В. Приоритетные элементы-загрязнители (Zn, Pb, Cd, Al) в огородных почвах и овощах приусадебных участков городов Барнаула, Бийска, Горняк / С.В. Бабошкина, А.В. Пузанов, И.В. Горбачев // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. - 2009. - № 10(60). - С. 46-50.
9. Жигулина Ю. А. Тяжелые металлы в почвах разных функциональных зон г. Новосибирска // *Экология урбанизированных территорий*. - 2008. - № 3. - С. 51-53.
10. Тюменская область // База данных показателей муниципальных образований. - Электрон. дан. - М.: Федеральная служба государственной статистики, 2017. - URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst71/DBInet.cgi> (дата обращения 09.09.2017).
11. Demetriades A. Urban topsoil geochemical mapping manual (URGE II) / A. Demetriades, M. Birke. - Brussels: EuroGeoSurveys, 2015. - 52 p.
12. ГН 2.1.7.2041-06. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 19.01.2006 // *Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти*. - 2006. - N 10.
13. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18.05.2009 // *Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти*. - 2009. - N 28.

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ДЕПОНИРУЮЩИХ СРЕДАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

**М. Г. Кудрявцева**

Научные руководители доцент Н. А. Осипова, н.с. ИМКЭС СО РАН (г. Томск) Е. Е. Ляпина  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Уникальные геохимические и токсикологические свойства ртути обуславливают особенности ее концентрирования и перераспределения в различных компонентах окружающей среды, разнообразие форм миграции и специфику их трансформации в природных и техногенных условиях, а также широкий и разносторонний спектр негативных воздействий на человека и другие живые организмы, их популяции и экосистемы в целом.

Почва - важнейший компонент биосферы, является долговременной депонирующей средой, информативна и удобна для экологических и геоэкологических исследований. В почвах ртуть активно аккумулируется гумусом, глинистыми частицами, может мигрировать вниз по почвенному профилю и поступать в грунтовые воды, поглощаться растительностью, в том числе сельскохозяйственной, а также выделяться в виде паров и в составе пыли в атмосферу [2].

Мхи - долговременные накопители стойких атмосферных загрязняющих веществ. Известна их чувствительность к атмосферным загрязнениям и способность накапливать токсичные элементы. С помощью эпифитных мхов оценивается долговременная тенденция изменения содержания Hg в воздушной среде Крайнего севера [4].

Целью работы является изучение содержания и особенностей накопления ртути в почвах и мхах Крайнего севера.

Объектом исследования стали почвы и мхи Крайнего севера на островах Белый, Большой Цинковый, Немецкий Кузов, Колгуев и Вайгач.

## СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.

Содержание ртути в пробах почв и мхах определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролизической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Точность определения анализа - 5 нг/г, содержание ртути в пробах рассчитывали на 1 г сухого вещества

Среднее содержание ртути в пробах почв, отобранных на островах Крайнего Севера, составляет 109 нг/г (22-283 нг/г). Наименьшее содержание отмечается на о. Немецкий Кузов (166 нг/г), а наибольшее - на о. Колгуев (94 нг/г). В почвах островов Белый и Большой Цинковый среднее содержание валовой ртути составляет 53 и 77 нг/г, соответственно. Среднее содержание ртути во мхах всех островов составляет 157 нг/г. Значительную долю в среднее содержание вносит концентрация ртути на о. Вайгач (209 нг/г).

В зависимости от гранулометрического состава содержание ртути в исследованных образцах варьирует от 1 до 326 нг/г (табл. 1). В половине случаев наибольшее содержание ртути отмечается в самой крупной фракции >1 мм. В другой половине случаев наибольшее содержание ртути приходится на фракции >0,5 мм и >0,125 мм.

**Таблица 1**

**Содержание ртути в почвах в зависимости от свойств почв**

Гранулометрический состав, мм	Место отбора проб							
	о. Колгуев		о. Немецкий Кузов		о. Белый		о. Б. Цинковый	
	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %	С <sub>Hg</sub> , нг/г	Доля фракции, %
>1	<b>326</b> <sup>1</sup>	23 <sup>2</sup>	<b>22</b>	2	57	6	76	39
>0,5	283	16	16	4	<b>61</b>	9	73	24
>0,25	298	20	1	78	54	36	85	22
>0,125	297	16	1	16	24	36	<b>88</b>	9
>0,1	286	8	-	-	17	6	73	2
>0,04	250	17	-	-	37	7	66	4
Валовое содержание	326		22		61		88	
pH водной вытяжки, ед.	6,3		7,4		7		7	
Электропроводность водной вытяжки, $\mu\text{S}/\text{см}$	46		56		52		75	
Магнитная восприимчивость, $10^{-3}\text{ед.}$	0,02		0,01		0,02		0,01	

Примечание: 1 - содержание ртути во фракции; 2 - доля фракции.

**Таблица 2**

**Эколого-геохимические особенности содержания ртути в почвах Крайнего Севера**

Эколого - геохимические показатели	Место отбора проб			
	о. Колгуев	о. Немецкий Кузов	о. Белый	о. Б. Цинковый
K <sub>c</sub>	5,66*	0,44	1,06	1,54
K <sub>пдк</sub>	0,13	0,01	0,03	0,04
K <sub>к</sub>	62,89	4,89	11,78	17,11
K <sub>пз</sub>	28,3	2,2	5,3	7,7

Примечание: \*-  $K_c = C_{Hg}/C_f$ ,  $K_{пдк} = C_{Hg}/C_{пдк}$ , где  $K_c$ ,  $K_{пдк}$  - коэффициент концентрации ртути относительно фона и ПДК, соответственно;  $K_k = C_{Hg}/K$ ,  $K_{пз} = C_{Hg}/K$ , где  $K_k$ ,  $K_{пз}$  - кларк концентрации ртути относительно земной коры и почв Земли, соответственно [3].

Водородный показатель почвенной вытяжки из всех отобранных проб меняется от 6,3 до 7,4 единиц pH, что соответствует слабокислой и слабощелочной реакции по существующей градации. Полученные значения электропроводности изменяются от 46 до 75  $\mu\text{S}/\text{см}$ , причем наименьшее значение отмечается на о. Колгуев, что свидетельствует о низком содержании глинистых частиц, наименьшее на о. Большой Цинковый. Магнитная восприимчивость примерно одинакова у всех почв и составляет 0,01-0,02  $\cdot 10^{-3}\text{ед.}$

Расчёты эколого-геохимических особенностей накопления ртути северными почвами показали превышение среднего содержания ртути над фоном для почв всех исследованных островов, за исключением о. Немецкий Кузов (табл. 2). Все полученные концентрации ртути ниже ПДК для почв. Пробы о. Колгуев характеризуются самыми высокими значениями кларка концентрации относительно земной коры и почв Земли,

самые низкие - наблюдаются для о. Немецкий Кузов, что соответствует максимальному и минимальному содержанию ртути. По данным содержания ртути во мхах исследованных островов рассчитали геоэкологические показатели ртутной нагрузки (табл. 3). Для расчета коэффициента биологического накопления ртути использовали собственные данные по содержанию ртути в почвах для тех же точек опробования. Из расчетов видно, что для мхов о. Немецкий Кузов характерно накопление ртути из субстрата, что свидетельствует о значительной доле ртути в доступной для растений форме. Результаты расчета коэффициента концентрации показывают превышение содержания ртути во мхах до 3 раз по сравнению с фоновыми концентрациями (80 нг/г, Демешкин, 2015).

Таблица 3

**Геоэкологические показатели ртутной нагрузки по данным изучения мхов островов Крайнего Севера**

Название острова	С, нг/г	Кб	Кс	ВДК
Колгуев	69-134/94*	0,33	1,18	9,44
Вайгач	89-317209	-	2,61	20,92
Немецкий Кузов	94-237/166	7,57	2,08	16,65

Примечание: С - концентрация ртути, Кб - коэффициент биоаккумуляции, Кс - коэффициент концентрации, ВДК - временно-допустимая концентрация, \* - минимум-максимум/ среднее

Превышения относительно временно допустимых концентраций изменяются согласно содержанию ртути, максимальные данные получены также для о. Вайгач, минимальные - для о. Колгуев. Характер изменения всех расчетных коэффициентов находится в прямой зависимости от концентрации ртути в исследуемых мхах. Также наблюдается соответствие полученных данных результатам других исследователей, за исключением о. Вайгач.

Литература

1. Горький А. В. Загрязнение ртутью почвогрунтов Санкт-Петербурга // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). М.: ГЕОХИ РАН, 2010. С. 183-187.
2. Дорожкулова С.Л., Янин Е.П., Волох А.А. Природные уровни ртути в некоторых типах почв нефтегазоносных районов Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 1. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000. С. 157-161.
3. Ляпина Е.Е. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36. Томск, 2012. 154 с.
4. Межибор А. М., Большунова Т. С. «Зелёные контролёры» загрязнения воздуха // Молодой ученый. - 2015. - №12. - С. 103-108.

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ НИКЕЛЯ И ЖЕЛЕЗА ИЗ ОТВАЛЬНЫХ НИКЕЛЕВЫХ ШЛАКОВ  
ХЛОРСОДЕРЖАЩИМИ РЕАГЕНТАМИ**

**С.А. Лайхан**

Научный руководитель профессор, доктор технических наук В.Е. Роцин  
**Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия**

Рассматривается возможное решение проблемы переработки отвальных шлаков на примере Южно-Уральского никелевого комбината. Приводятся данные усредненного анализа химического состава отвального шлака, содержащего Fe, Ni, Co и Cr. Приведены карты распределения этих элементов в шлаке.

Шихта для восстановительных процессов включала в себя шлак, кокс и хлористый аммоний. Шлак измельчали до фракции - 0,16 мм и проводили химико-термическую обработку. Проведён химический анализ структурных составляющих шлака после прокалики магнитного концентрата и хвостов магнитной сепарации, определены выход годного магнитного концентрата и рациональное время химико-термической обработки. Исследован химический состав и рассчитан выход годного ферроникеля, полученного от переплава магнитного концентрата в печи Таммана с применением в качестве восстановителя кокса, приведены данные о степени извлечения никеля и железа из шлака в магнитный концентрат, а также химический состав шлака, полученного после переплава магнитного концентрата.

*Ключевые слова:* отвальный шлак, никель, кобальт, концентрат, железо, производство ферроникеля, отходы.

**Введение.** Проблема переработки шлаковых отходов заводов черной и цветной металлургии является весьма актуальной не только с точки зрения получения дополнительного сырья для извлечения цветных металлов и железа, но и с экологической. Так, ОАО «ЮУНК» является основным загрязнителем окружающей среды (25% всех загрязнений) Оренбургской области по количеству образующихся отходов. В отвале предприятия складировано 116361, 344 тыс. тонн отходов, в соленакопителях складировано 630,793 тыс. тонн шламовых соединений [3].

Несмотря на то, что ОАО «ЮУНК» прекратил свою работу, количество складированных отходов в значимых объемах не уменьшилось. Отвальный шлак подвергался магнитной сепарации с целью извлечения магнитных никельсодержащих отходов, а основная часть шлака, содержащая соединения никеля и железа в